

УДК 669.019.02

**КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И
БЕЗОПАСНОСТИ КОНВЕЙЕРНЫХ ГАЛЕРЕЙ НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ**

Агеев А. И., Парфенюк А. С., Гайдаенко А. С.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В работе проведен анализ аварийных состояний металлоконструкций транспортёрных галерей и рассмотрены конструктивные методы предупреждения выявленных причин аварий.

Конвейерная галерея представляет собой инженерное сооружение мостового типа массой сотни тонн, расположенное на значительной высоте. Внутри пролетных строений размещаются ленточные конвейеры для транспортировки сыпучих материалов, а также проходят различные технологические коммуникации. На коксохимических предприятиях стальные конструкции конвейерных галерей работают в условия средней степени агрессивности среды, основной вид износа – коррозионный. Конвейерные галереи и эстакады составляет около 1,96 % в общем объеме металлоконструкций. Конвейерные галереи обеспечивает непрерывное транспортирование угля, шихты и кокса и их разрушение приведет к нарушению работы коксовых печей. Бункеры-накопители на складах угля обеспечивают запас не более чем на 3 суток, а бункеры угольной башни на коксовых батареях – до 24 часов.

Аварии галерей наносят экологический ущерб и представляют угрозу для жизни и здоровья рабочих. В предаварийных ситуациях опасность для обслуживающего персонала и монтажников возрастает, так как обнаруженные дефекты необходимо быстро ликвидировать, а обеспечить безопасность работ в этом случае очень сложно. К тому же кроме явных дефектов могут быть скрытые, которые повышают вероятность аварии. Поэтому одна из важнейших задач – обеспечение надежности и безаварийности строительных конструкций галерей в течение всего срока службы, который составляет в среднем 40 лет.

Одним из путей решения данной задачи является анализ множества аварийных состояний и аварий конвейерных галерей, который позволил нам классифицировать их причины следующим образом:

1. Ошибки проектирования;
2. Дефекты монтажа конструкций;
3. Низкое качество стального проката;
4. Длительный срок эксплуатации без капитального ремонта;
5. Несоблюдение требований по антикоррозионной защите;
6. Нарушение норм пожарной безопасности;
7. Перегрузка несущих конструкций.

Одна причина или сочетание двух приводят к аварии.

Следовательно, предупредить аварии можно организацией надежной системы технического контроля и надзора на стадиях проектирования изготовления, монтажа, эксплуатации и демонтажа. Соблюдение стандартов и норм позволит избежать появления и развития дефектов, характерных для конвейерных галерей, которые представлены на рис. 1.

Другим путем предупреждения аварийных состояний является применение наиболее технологичных типов конструкций и материалов, которые позволяют повысить надежность и долговечность конвейерных галерей за счет упрощения и удешевления эксплуатации или исключения воздействия негативных факторов.



Рисунок 1 – Дефекты металлоконструкции конвейерных галерей

По типу конструктивных решений пролетные строения галерей принадлежат к одной из трех групп [1] с несущими конструкциями из стальных ферм с параллельными поясами, сварных двутавровых балок или металлических оболочек прямоугольного и круглого сечения, совмещающих несущие и ограждающие функции.

Опыт применения конвейерных галерей с металлическими оболочками показал, что их долговечность и ремонтпригодность заметно ниже чем у галерей других типов из-за характерных для них неточностей монтажа, неоднородности металла по всей длине галереи, повышенная степень коррозии и особенно в нижней части оболочки. При критическом снижении несущей способности невозможно произвести непосредственное усиление оболочки. Для обеспечения дальнейшей работы необходим монтаж фермы с параллельными поясами вокруг нее. Поэтому при проектировании данного типа галерей необходимо учитывать их недостаточно высокую долговечность и высокую стоимость ремонтно-восстановительных работ.

Применение строительных конструкций из сварных двутавровых балок позволяет упростить процесс монтажа и эксплуатации, а также предотвратить аварии галерей вследствие пожара. Это достигается за счет того, что несущие конструкции находятся под перекрытием галереи и защищены от температурного воздействия. Срок возведения такой конструкции ниже чем у несущих конструкций из оболочек и ферм, а значит обеспечивается быстрое восстановление подачи материала при возможной аварии. Но применение такой конструкции повышает капитальные затраты за счет увеличения материалоемкости конструкции, а значит приводит к нерациональному использованию ресурсов.

Среди несущих конструкций из стальных ферм наиболее перспективными являются конструкции из труб. Применение труб позволяет снизить влияние коррозионной среды за счет уменьшения удельной поверхности конструкций. Коэффициент влияния типа сечения на скорость коррозии для труб равен 1; для замкнутого коробчатого сечения – 1,1; для листа, одиночного проката или гнутого профиля – 1,4; для составного профиля – 2,0 [2]. Значит такое решение теоретически позволит снизить скорость коррозии в 2 раза, так как наиболее распространены составные профили. Использование труб в стальных конструкциях обеспечивает следующие преимущества [3]:

- снижение расхода стали на 30-50% по сравнению с аналогичными конструкциями, выполненными из профилей;
- снижение стоимости транспортировки;
- повышение технологичности антикоррозионных покрытий и снижение их площади на 30-50%;
- обеспечение естественного стока воды с поверхности труб;

– повышение долговечности конструкции на 40%.

К основным недостаткам относят высокую цену труб по сравнению с горячекатаным профилем, а также усложнение процессов изготовления деталей и сварки. Если учесть, что стоимость материалов составляет 75% цены конструкции, а стоимость монтажа и затраты на проектирование – 25%, то можно рассчитать коэффициент удорожания конструкции:

$$\hat{E} = \frac{\dot{O}_{\text{от}} / \dot{O}_{\text{п}} \cdot 0,75 + 0,25}{0,75 + 0,25},$$

где $\dot{C}_{\text{тк}} / \dot{C}_{\text{оп}}$ – отношение цены 1 т труб к 1 т профиля.

Отношение зависит от размеров труб и профиля, но в среднем составляет 1,2. Значит применение труб дороже всего на 15%. С учетом экономии металла и повышения долговечности можно сделать вывод, что цена конструкции из труб будет ниже цены конструкции из профиля.

Другим недостатком является сложность выявления дефектов внутренней поверхности при монтаже и обследовании. Но совершенствование контрольно-измерительной аппаратуры позволит исключить этот недостаток.

Для повышения эффекта от использования труб для несущих конструкций можно использовать трубобетон. Трубобетонный стержень является комплексной конструкцией, состоящей из стальной трубы и бетонного ядра, работающих совместно [4]. Такая конструкция обладает многими положительными качествами. Прочность бетонного ядра, стесненного стальной оболочкой как обоймой, повышается примерно в 2 раза по сравнению с первоначальной. Изоляция бетона от агрессивной среды повышает его долговечность. Трубобетонные элементы эффективны только при работе на сжатие, а значит они могут использоваться только для опор и элементов ферм подвергающихся сжатию. Успешное применение трубобетона в гражданском строительстве создает предпосылки для его внедрения также и в промышленном строительстве.

По предварительным расчетам применение труб позволяет значительно снизить как капитальные, так и эксплуатационные затраты, но внедрение трубчатых несущих металлоконструкций в производство показало, что их материалоемкость на 13% выше чем у строительных конструкций из профиля, а стоимость монтажа увеличилась на 10%. Это произошло вследствие значительного превышения несущей способности строительных конструкций, которое должно обеспечить их надежность и долговечность при невыполнении условий эксплуатации (защита антикоррозионным покрытием, уборка и др). Такой способ повышения надежности приводит к нерациональному использованию ресурсов и снижению экономического эффекта от внедрения трубчатых конструкций.

Повышение надежности стальных строительных конструкций без их удорожания в условиях коксохимического завода может быть достигнуто только с использованием трубчатых и трубобетонных конструкций при обеспечении надзора за проведением работ по защите антикоррозионными покрытиями и контролю за состоянием конструкций.

Список литературы:

1. Руководство по проектированию транспортерных галерей / Ленингр. Промстройпроект Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1979. – 104 с.
2. Шевяков В. П. Проектирование защиты строительных конструкций химических предприятий от коррозии. – М.: Стройиздат, 1984. – 168 с.
3. Брудка Ян Трубчатые стальные конструкции. Пер. с польск. М.: Стройиздат, 1985. – 207 с.
4. Кикин А. И., Санжаровский Р. С., Труаль В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М.: Стройиздат, 1974. – 144 с.